پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: محیط زیست

توانایی آزولا و ترتیزک آبی برای جذب آرسنیک از محیط آبی

جعفر صوفیان[1*]، احمد گلچین[2]، آرمن آوانس[3]، خالد حاجی ملکی[1]، صلاح الدین مرادی[1] و لیلا جهانبان[1]
۱- گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان و ۳- استادیار گروه شیمی دانشگاه مراغه
*Email: 95sufian@gmail.com

چکیده

در این مطالعه، ظرفیت آزولا و ترتیزک آبی برای جذب آرسنیک از محلول غذایی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ سطح مختلف آرسنیک شامل ۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ و ۱۶۰ میلی گرم در لیتر انجام شد. میزان جذب آرسنیک توسط این گیاهان با تجزیه بافت های آن سنجیده شد. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارها از لحاظ جذب آرسنیک وجود داشت. بیشترین مقدار آرسنیک جذب شده توسط آزولا و ترتیزک آبی در تیمار ۱۶۰ میلی گرم در لیتر آرسنیک بود. شاخص تجمع زیستی (BCF) محاسبه شد که بیشترین مقدار آن در ترتیزک آبی مربوط به غلظت های پایین آرسنیک و در آزولا غلظت های میانه (۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی گرم در لیتر) بود.

واژه های کلیدی: آرسنیک، شاخص تجمع زیستی، گیاه پالایی

مقدمه

آزولا سرخس آبزی شناور کوچکی است که بطور گسترده ای در شالیزارها، روخانه ها و دریاچه ها یافت می شود و با یک جلبک آبی سبز بنام آنابنا همزیستی دارد که به عنوان یک سیستم تثبیت کننده نیتروژن اهمیت دارد.

ترتیزک آبی، گیاهی است پایا و آبزی که غالباً در کنار جویبارها و مسیر جریان آب و گاهی در باتلاق ها می‌روید. دارای ساقه‌های خزنده است که از نقاط مختلف آن ریشه‌های کوچک و سفید خارج می‌شود.

تحقیقات زیادی در رابطه با گیاه پالایی عناصر سنگین بوسیله گیاهان آبزی انجام شده است. از جمله آنها می توان به تحقیق کالودیا و همکاران (۲۰۰۷) که بر روی حذف بور بوسیله عدسک آبی انجام شد اشاره کرد، آنها دریافتند که عدسک آبی قادر است مقادیر بالایی از بور (۹۳۰ تا ۱۹۰۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک) را در خود تجمع دهد و بیان کردند این گیاه تجمع گر خوبی برای بور در آب های حاوی این عنصر می باشد. در تحقیقات اوزتورک و همکاران (۲۰۱۰) که بر روی تجمع آرسنیک و پاسخ‌های بیولوژیکی ترتیزک آبی به آن به عمل آمد، مشخص گردید که ترتیزک آبی آرسنیک را بخوبی در بافت‌های خود ذخیره می‌کند. بنیسلی و همکاران (۲۰۰۴) توانایی آزولا را برای حذف فلزات سنگین Hg(II)، Cr(III) و Cr(VI) از فاضلاب شهری بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که آزولا ظرفیت جذب مقادیر بالای کروم و جیوه را دارد. زیست پالایی آرسنیک بوسیله جلبک در کشتزار برنج نشان داد که جلبک توانست ۷۱ درصد تجمع آرسنیک در برنج را کاهش دهد (امام الحق و همکاران، ۲۰۰۷).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی پتانسیل آزولا و ترتیزک آبی برای جذب آرسنیک از محیط های آبی و مقایسه جذب آنها، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در بهار سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان انجام گرفت. آزولا از شالیزارها و تالاب های شمال ایران جمع آوری و پس از شستشو با آب مقطر و گرفتن آب آزاد آن، به داخل ظروف حاوی محیط کشت منتقل شد. ترتیزک آبی نیز از چشمه های غرب ایران جمع آوری و پس از شستشو مقدار مشخصی از آن وزن و به داخل محیط کشت منتقل شد. آزمایش با ۷ سطح آرسنیک (صفر ، ۵ ، ۱۰ ، ۲۰ ، ۴۰ ، ۸۰ و ۱۶۰ میلی گرم در لیتر) در ۳ تکرار انجام شد. برای تهیه محلول غذایی اپستین مقادیر مختلف آرسنیک از منبع آرسنات سدیم تامین و به محلول غذایی اپستین اضافه شد تا

غلظت های ذکر شده حاصل و به ظرف های حاوی این گیاهان اضافه شد. پس از گذشت ۳۰ روز گیاهان هر یک از ظرف ها برداشت و پس از شستشو با آب مقطر و گرفتن آب آزاد، وزن نهایی آنها اندازه گیری گردید. سپس جهت انجام تجزیه به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۵۵ تا ۶۰ درجه سانتی گراد خشک شدند. نمونه‌های خشک شده کاملاً پودر و از الک ۰/۵ میلی متری عبور داده و ۰/۳ گرم از آن توزین و به کمک اسید سولفوریک، اسید سالسیلیک و آب اکسیژنه بافت آنها هضم شد (علی احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲). غلظت آرسنیک به کمک دستگاه جذب اتمی (مدل واریان) اندازه گیری شد.

شاخص تجمع زیستی (BCF) شاخصی از توانایی گیاه برای تجمع فلزات با توجه به غلظت سوبسترا است که از رابطه زیر محاسبه می شود.

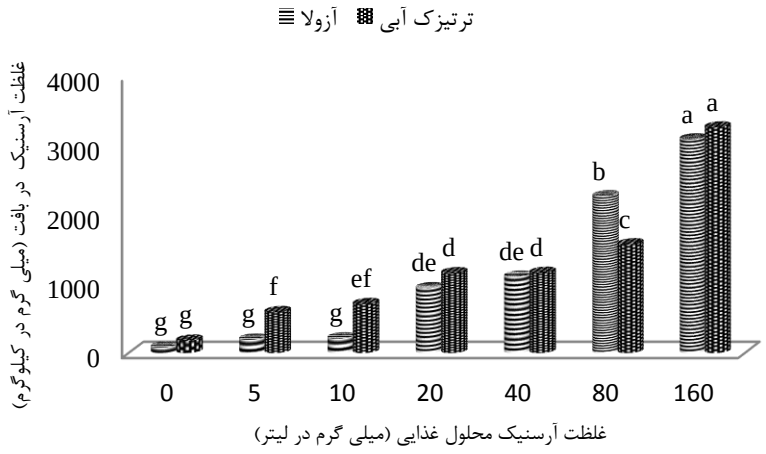
$$\text{شاخص تجمع زیستی}(BCF) = \frac{\text{غلظت فلز در بافت گیاه}}{\text{غلظت اولیه فلز در محلول خارجی}}$$

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای ثبت داده ها و رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

آرسنیک جذب شده توسط آزولا

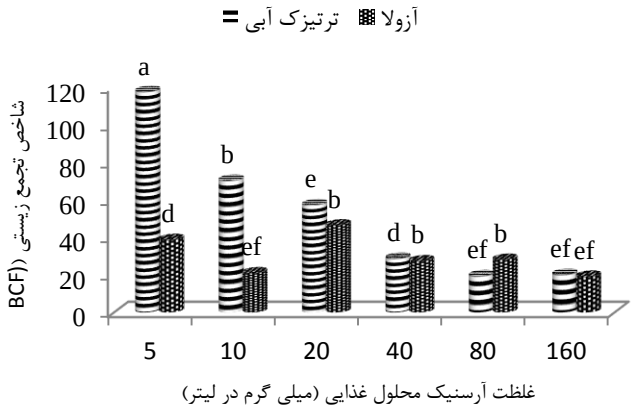
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها اختلاف معنی داری بین مقدار آرسنیک جذب شده توسط این دو گیاه را نشان داد. گیاه ترتیزک آبی توانایی بسیار بهتری در همه غلظت های اعمال شده برای جذب آرسنیک نسبت به آزولا داشت (شکل ۱). با افزایش غلظت آرسنیک در محلول غذایی مقدار آرسنیک جذب شده توسط هر دو گیاه افزایش یافت اما در غلظت های پایین تفاوت جذب بین این گیاهان کمتر از تفاوتشان در غلظت های بالا بود. در غلظت ۵ تا ۴۰ میلی گرم در لیتر گیاه ترتیزک آبی مقادیر بالاتری از آرسنیک را در بافت های خود ذخیره کرد اما در غلظت ۸۰ میلی گرم آرسنیک در لیتر آزولا مقدار بالاتری نسبت به ترتیزک آبی را جذب کرده بود و در غلظت ۱۶۰ میلی گرم آرسنیک در لیتر بین دو گیاه آزولا و ترتیزک آبی اختلاف معنی داری در جذب وجود نداشت (شکل ۱). تحقیقات اوزتورک و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که ترتیزک آبی آرسنیک را بخوبی در بافت‌های خود ذخیره می‌کند.



شکل۱. تأثیر سطوح آرسنیک بر غلظت آرسنیک در بافت‌های آزولا و ترتیزک آبی بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم

شاخص تجمع زیستی (BCF)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها اختلاف معنی داری بین شاخص تجمع زیستی در این دو گیاه را نشان داد (شکل ۲). بیشترین مقدار تجمع فلز نسبت به غلظت محلول غذایی، مربوط به سطح ۵ میلی گرم آرسنیک در لیتر در گیاه ترتیزک آبی بود. در همه تیمارهای اعمال شده مقدار این شاخص در ترتیزک آبی مقادیر بالاتری را داشت. در هر دو گیاه با افزایش غلظت آرسنیک محلول غذایی شاخص تجمع زیستی کاهش یافت (شکل ۲). مقایسه کارایی جذب آرسنیک در این دو گیاه نشان می دهد که ترتیزک آبی گیاه بهتری برای جذب آرسنیک در همه تیمارهای اعمال شده دارد.



شکل ۲. تأثیر غلظت‌های مختلف آرسنیک محلول غذایی بر تجمع زیستی آرسنیک توسط آزولا و ترتیزک آبی

گیاه پالایی روشی برای حذف آلوده کننده ها از محیط زیست می باشد. انتخاب گونه های گیاهان تالابی مناسب برای حذف عناصر کمیاب مبنی بر شناخت ظرفیت گونه های مختلف است. ترتیزک آبی بدلیل سیستم ریشه ای و تولید زیتوده بالا، مقادیر بالایی از آرسنیک را جذب کرد که در تیمارهای ۸۰ و ۱۶۰ میلی گرم آرسنیک در لیتر محیط کشت غلظت آرسنیک بالا در بافت ها باعث مرگ این گیاه شد. آرسنیک دارای اثر مسموم کنندگی بر این گیاهان بود و این مسموم کنندگی بر ترتیزک آبی شدیدتر بود. با توجه به غلظت آرسنیک بافت های این دو گیاه، آنها را می توان گیاهان بیش اندوز برای جذب آرسنیک در نظر گرفت و از آن برای پاکسازی آب های آلوده به آرسنیک استفاده نمود.

منابع

علی احیایی، م. و ع. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک، جلد اول، نشریه شماره ۸۹۳، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

Bennicelli, R., Stepniewska, Z., Banach, A., Szajnocha, K. and Ostrowski, J., 2004. The ability of Azolla caroliniana to remove heavy metals (Hg(II),Cr(III), Cr(VI)) from municipal waste water. Chemosphere, 55: 141–146.

Claudia M. Del-Campo Marı´na, Oronb G. 2007. Boron removal by the duckweed Lemna gibba: A potential method for the remediation of boron-polluted water. Water research. 41: 4579-4584.

Imamul Huq, S.M., Binte Abdullah, M. and Joardar, J.C. 2007. Bioremediation of arsenic toxicity by algae in rice culture. Land Contamin. Reclamat., 15: 327-333.

Ozturk, F., Duman, F., Leblebici, Z. and Temizgul, R. 2010. Arsenic accumulation and biological responses of watercress (Nasturtium officinale R. Br.) exposed to arsenite. Environmen. Experimen. Botany, 69: 167–174.

Azolla and Water cress ability to absorb arsenic from the water

J. Sufian*[1], A. Golchin[2], A. Avanes[3], K. Hajmaleki[1], S. Moradi[1] and L. Jahanban[1]
1- Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran, 2- Professor, Department of Soil Science, Zanjan University and 3- Assistant professor, Department of Chemistry, Maraghe University
*Email: 95sufian@gmail.com

Abstract
In this study, Azolla and Water cress capacity to absorb arsenic from the nutrient solution was evaluated. A completely randomized design with 7 different levels of arsenic 0, 5, 10, 20, 40, 80 and 160 mg per liter was done. The absorption of arsenic by plants by analysis of tissue was measured. Analysis of variance showed a significant difference between treatments in terms of absorption of arsenic. The greatest amount of arsenic absorbed by Azolla and Water cress was treated with 160 mg of arsenic per liter. Biological concentration factor (BCF) obtains in the Water cress at low concentrations of arsenic and in Azolla at middle of concentrations (20, 40 and 80 mg per ml).

Key words: Arsenic, Biological concentration factor, Phytoremediation.